



4, 37581 Bad Gandersheim (DE). **MARING, Wolfram** [DE/DE]; Alsterdorfer Str. 483, 22337 Hamburg (DE). **MOELLE, Christoph** [DE/DE]; Clusgasse 3, 37581 Bad Gandersheim (DE).

eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(74) **Anwälte:** FUCHS, Jürgen, H. usw.; Söhnleinstrasse 8, 65201 Wiesbaden (DE).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Um die Energiebilanz der HID-Lampe zu erhöhen, sieht die Erfindung eine Beschichtung des Quarzbrenners mit einem UV-reflektierenden Schichtsystem, vorzugsweise auf dessen Innenseite vor, und zwar durch alternierendes Aufbringen von amorphen Dünnschichten aus mindestens Titanoxid und Silizimoxid in der allgemeinen Stöchiometrie TiO_y und SiO_x mittels eines PICVD-Verfahrens mit hoher Leistungsdichte und erhöhten Substrat-Temperaturen im Bereich von 100° - 400° C mit kleinen Aufwuchsraten im Bereich von 1 nm/sec - 100 nm/sec zu einem Interferenz-Schichtsystem mit einer Dicke von unter 1200 nm und einem minimierten UV-wirksamen Fehlstellenanteil im Bereich von 0,1 % bis 1 %.

Verfahren zum Beschichten eines Quarzbrenners einer HID-Lampe

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Beschichten eines Quarzbrenners einer HID-Lampe mit einem UV-reflektierenden Schichtsystem.

Für Beleuchtungszwecke mit hohen Beleuchtungsstärken werden Hochintensitäts- oder Hochleistungs-Gasentladungslampen, sogenannte HID-Lampen (High Intensity-Discharge-Lampen) verwendet, die einen Plasma-Quarzbrenner als Leuchtmittel, der innerhalb eines Hüllkolbens angeordnet ist, besitzen.

Eine zentrale Rolle bei der Lichterzeugung im Plasma des Brenners von HID-Lampen spielen die UV-Photonen, die die Atome des Plasma zur Lichterzeugung im sichtbaren Bereich anregen. Bei den bekannten HID-Lampen verlassen jedoch große UV-Photonenflüsse den Quarzbrenner ungenutzt. Dies bedeutet somit eine Verschlechterung des Energiewirkungsgrades der HID-Lampe.

Das ungenutzte Entweichen der UV-Photonenflüsse könnte signifikant verringert werden, wenn der Quarzbrenner mit einem UV-reflektierenden Schichtsystem versehen werden kann, das jedoch für die Lebensdauer der Lampe beständig sein muß. Wegen des aggressiven Plasmamediums im Quarzbrenner und den hohen betrieblichen Brenntemperaturen ist dies jedoch nicht ohne weiteres zu gewährleisten.

UV-reflektierende Schichtsysteme auf unterschiedlichen Substraten sind aus verschiedenen Veröffentlichungen bekannt geworden, wie später noch im einzelnen beschrieben werden wird. Diese bekannten

Schichtsysteme haben bei Quarzbrennern für HID-Lampen nicht den gewünschten Erfolg erzielt. Zum einen hat sich das Beschichten selbst als schwierig erwiesen. Zum anderen wurde keine nennenswerte Verbesserung des Energiehaushaltes erreicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Beschichten eines Quarzbrenners einer HID-Lampe mit einem UV-reflektierenden Schichtsystem zu schaffen, das mit relativ einfachen Mitteln auf den Quarzbrenner aufbringbar ist, eine ausreichende, angepasste Lebensdauer hat und eine nennenswerte Verbesserung des Energiehaushaltes bewirkt.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt gemäß der Erfindung durch alternierendes Aufbringen von amorphen Dünnschichten aus mindestens Titanoxid und Siliziumoxid in der allgemeinen Stöchiometrie TiO_y und SiO_x mittels eines PICVD-Verfahrens mit hoher Leistungsdichte und erhöhten Substrat-Temperaturen im Bereich von $100^\circ - 400^\circ \text{C}$ mit kleinen Aufwuchsraten im Bereich von $1 \text{ nm/sec} - 100 \text{ nm/sec}$ zu einem Interferenz-Schichtsystem mit einer Dicke von unter 1200 nm und einer Minimierung des UV-wirksamen Fehlstellenanteiles.

Der erfindungsgemäße Interferenz-Schichtaufbau für das UV-reflektierende Schichtsystem aus amorphen Titan- bzw. Siliziumdioxid-Schichten, den Standardelementen, mit kleinen Aufwuchsraten bei Temperaturen im Bereich von $100^\circ - 400^\circ \text{C}$ gewährleistet für die Lebensdauer der HID-Lampe, dass im signifikanten Umfang UV-Photonen, die ansonsten aus dem Quarzbrenner entweichen würden, durch Reflexion in das Plasma im Quarzbrenner zur weiteren Lichterzeugung im sichtbaren Bereich zurückgewonnen werden können und damit den Energiehaushalt der HID-Lampe signifikant verbessern. Es hat sich gezeigt, dass es bei einer Wellenlänge von 360 nm durch

die erfindungsgemäße Interferenz-Beschichtung zu einer UV-Reflexion von 70 % kommt.

Das eingesetzte PICVD-Verfahren, das grundsätzlich hinreichend an sich bekannt ist und daher hier nicht näher erläutert werden muß, macht es durch besondere Prozessparameter möglich, auf relativ einfache Weise die Interferenz-Beschichtung sowohl im Innern des Quarzbrenners als auch auf dem Quarzbrenner abzuscheiden.

Bei einer Innenbeschichtung hat sich dabei auch in überraschender Weise gezeigt, dass diese gegenüber dem aggressiven Plasmamedium inert ist.

Die erfindungsgemäße Beschichtung kommt überraschenderweise mit den Standardelementen Si/Ti ohne Dotierelemente wie C, H, N und ohne Heteroelemente wie Al, Nb, Ta aus.

Die Verwendung des PICVD-Verfahrens ermöglicht auch den Einsatz auf entsprechenden Mehrplatzanlagen, was mit Vorteil insbesondere einen hohen Durchsatz bei der Beschichtung der Quarzbrenner zur Folge hat.

Die Interferenzbeschichtung weist eine Dicke < 1200 nm, bevorzugt < 500 nm, auf. Derartige Schichten besitzen eine hohe Flexibilität. Des weiteren können bei derartig dünnen Schichten insbesondere auch intrinsische Spannungen, die zu einem Abplatzen der Schicht führen könnten, vermieden werden. Ein typischer Schichtaufbau weist ca. 50 alternierende Einzelschichten von Ti/Si-Oxid auf, mit Schichtdicken zwischen 5 nm bis 100 nm, wobei die Dicken nicht unbedingt streng gleich groß verteilt sein müssen, sondern auch Häufungen kleiner Schichtdicken vorkommen können; dies ist designabhängig. Die Schichtdickenverteilung im Schichtpaket stellt daher ein Mix dar, in dem

die Dicken 5 nm – 100 nm gemischt vorkommen können, dass z.B. extrem dünne Schichten gehäuft vorkommen.

Der sehr geringe erzielbare Fehlstellenanteil gewährleistet eine sehr geringe UV-Absorption in der Interferenzbeschichtung. Gemeint sind hierbei strukturelle Fehlstellen, d. h. ein sehr geringer Einbau fremder Elemente. Zum besseren Verständnis der Erfindung wird noch auf folgendes hingewiesen:

In einem Quarz-Brenner für HID-Lampen wird in einer entsprechenden Glas-Umhüllung, dem Entladungsgefäß, in einem Gasgemisch aus Metallhalogeniden und Startgas, beispielsweise Xenon, mit DC/AC bei 100 – 300 Hz ein Plasma gezündet. UV-Photonen führen dabei zu Elektronenübergängen in den Atomhüllen der Gase und emittieren:

- a. Sichtbares Licht mit einem Anteil von ca. 40 %; diese Ausbeute sollte möglichst hoch sein.
- b. UV-Licht. Dieser Anteil wird durch die erfindungsgemäße Beschichtung zurückgeführt und die dadurch erzielten zusätzlichen Photonen führen zu einer höheren Ausbeute von Lichtwellen im sichtbaren Bereich, wodurch eine Stromeinsparung bei gleicher Lichtausbeute möglich ist.
- c. Einen Infrarot-Anteil, welcher ebenfalls reflektiert werden kann.

Wegen dieser Effekte gestaltet sich praktisch die Brenneroberfläche mit dem erfindungsgemäßen Reflektionsschichtpaket zu einem Bandpaß, der nur die Lichtwellen im sichtbaren Bereich passieren lässt und die Wellenlängen im UV-Bereich oder im UV- und im Infrarot-Bereich ins Brennerinnere reflektiert.

TiO₂ ist normalerweise aufgrund seiner UV-absorbierenden Eigenschaft als UV-Reflektor ungeeignet. SiO₂ zeigt sich dagegen reflektierend und ohne Absorptionsverluste. Wider Erwarten ist im Schichtaufbau TiO₂ mit SiO₂ als verwertbare reflektierende Schicht einsetzbar mit einem Wirkungsgrad um 70 % bei $\lambda = 360$ nm. Wichtig ist hierbei die Fehlstellenfreiheit, um eine möglichst geringe Absorption zu erzielen. Die Schichtmaterialien werden bei 350° C amorph in der oxidischen Form abgeschieden.

Durch die erfindungsgemäße Maßnahme ist es wider Erwarten möglich, auf der Basis von an sich bekannten Typen von Wechselschichten TiO₂/SiO₂ mit kleinen Abscheideraten bzw. hohen, vorzugsweise konstanten Abscheidetemperaturen, bei Quarzbrennern für HID-Lampen reflektierende Interferenzsysteme innen und/oder außen mit hohem UV-Wirkungsgrad (Fehlstellenfreiheit) und Inertness gegenüber dem Plasmamedium des Quarzbrenners zu erzielen, die in der Folge zu einer Verbesserung der Energiebilanz dieser Lampentypen führen.

Die DE 199 62 144 A1 zeigt ein UV-reflektierendes Interferenzschichtsystem aus Titan-Oxid/Silizium-Oxid-Wechselschichten für transparente Substrate wie Filter, Brillengläser, aber auch für die Hüllkolben von Entladungslampen, um das ausgestrahlte Licht farbneutral zu erhöhen und gleichzeitig die UV-Schutzwirkung zu erhöhen. Auch ist die Abscheidung mittels chemischer Gasphasenabscheidung, insbesondere plasmaunterstützt, erwähnt.

Im Fall der Erfindung wird jedoch nicht der Hüllkolben der HID-Lampe, sondern der darin angeordnete Brenner selbst beschichtet, wobei wider Erwarten die erfindungsgemäß auf den Brenner aufgebrachten Schichten dem aggressiven Plasmamedium gegenüber inert sind, was

eine Innenbeschichtung des Brenners ermöglicht. Auch offenbart diese Schrift nicht das gepulste plasmaunterstützte Gasphasenscheidungsverfahren, d.h. das PICVD-Verfahren und auch nicht konkret die erfindungsgemäß angewendeten Prozessparameter.

Der Aufsatz von M. Walther et al. „Multilayer barrier coating system produced by plasma-impuls chemical vapor deposition (PICVD)“ in „Surface and Coatings Technology 80 (1996) 200 – 202“ sowie die DE 44 38 359 C2 beschreiben Verfahren zum Aufbringen von Sperrschichten aus $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ – Wechselschichten auf Kunststoffen bei relativ niedrigen Temperaturen. Im Fall der Erfindung wird bei höheren Temperaturen (z.B. 350°C) und auch in Kombination mit kleinen Aufwuchsraten abgeschieden. Nur dadurch ist eine UV-taugliche Fehlstellenfreiheit und Inertness gegenüber dem Plasmamedium herauszubilden. Die aus den vorgenannten Schriften bekannten Schichten erfüllen diese Kriterien nicht.

Die DE 195 30 797 A1 beschreibt ein Kompositmaterial zur Abschirmung von Strahlung in Pflanzenanlagen, umfassend einen transparenten Träger und ein darauf abgeschiedenes Interferenzschichtsystem, u.a. auch aus $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ – Wechselschichten. In diesem bekannten Fall werden Aufdampfschichten beschrieben, die wegen ihres Kolumnen-Wachstums für Anwendungen auf Lampenbrennern, insbesondere auf deren Innenseite, völlig ungeeignet sind.

Die DE 44 32 315 A1 beschreibt eine Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe mit einem Entladungsgefäß aus Quarzglas, das zur Unterdrückung unerwünschter kurzwelliger UV-Strahlung unterhalb von 365 nm auf der Außenseite mit einem Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter aus $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ versehen ist, und auf der Innenseite eine

absorbierende Titandioxidschicht aufweist. Im Fall der Erfindung ist jedoch auch die Innenschicht reflektierend ausgebildet. Ferner ist in der vorgenannten Schrift nicht das Abscheiden der Schichten nach dem PICVD-Verfahren mit den erfindungsgemäßen Prozessparametern beschrieben, d.h. die bekannten Schichten wären für die Beschichtung des Brenners einer HID-Lampe ungeeignet.

Die DE 41 15 437 A1 zeigt eine Projektions-Kathodenstrahlröhre mit einem optischen Mehrschichteninterferenzfilter zur Erhöhung des emittierten Lichtstromes. Auch dieses bekannte Schichtsystem wäre für eine Beschichtung des Brenners einer HID-Lampe völlig ungeeignet, da es nicht mit den Maßnahmen nach der Erfindung abgeschieden ist.

Die DE-PS 34 30 727 schließlich zeigt eine Glühlampe mit einem abgedichteten Glaskolben und einem optischen Interferenzfilm auf der inneren und/oder äußeren Oberfläche des Glaskolbens. Das bekannte Schichtsystem ist jedoch lediglich IR-reflektierend; auf eine UV-Tauglichkeit wird nicht hingewiesen. Ferner wäre das bekannte Schichtsystem auch nicht für das Beschichten des Brenners einer HID-Lampe geeignet, weil es nicht mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen auf dem Substrat aufgebracht ist.

Vorzugsweise wird ein Verfahren zur Beschichtung vorgesehen, bei dem durch Steuerung der Abscheideparameter des PICVD-Prozesses die Titanoxid- und Siliziumoxid-Schichten in der Stöchiometrie TiO_2 und SiO_2 abgeschieden werden. Es hat sich gezeigt, dass mit Wechselschichten entsprechend vorgenannter „Ideal-Stöchiometrie“ die besten Reflexionsergebnisse erzielt werden.

Eine besonders spannungsarme Beschichtung hinsichtlich intrinsischen Spannungen lässt sich durch ein Verfahren erzielen, bei dem ein Schichtsystem mit einer Dicke von unter 500 nm aufgebracht wird.

Besonders gute Abscheideergebnisse lassen sich mit einem PICVD-Verfahren erzielen, bei dem für die Plasmaerzeugung ein gepulstes Mikrowellenverfahren mit einer Grundfrequenz von 2.45 GHz eingesetzt wird, sowie bei dem das durch den Quarzbrenner gebildetes Substrat auf konstanter Abscheidetemperatur gehalten wird.

Dabei ist auf einfache Weise eine Konstanzhaltung der Substrattemperatur durch eine Verfahrensführung möglich, bei der ein O₂-Plasma als Substratheizung gefahren wird und die Temperaturüberwachung optisch durch Vermessung der Substratoberfläche erfolgt.

Da die Reflexionsqualität des Schichtsystems maßgebend von dem PICVD-Verfahren bestimmt wird, ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung eine Verfahrensführung vorgesehen, bei der die Prozeß-Parameter für das PICVD-Verfahren zum Aufbringen der TiO₂/SiO₂-Wechselschichten mit konstanter Substrattemperatur durch eine O₂-Plasmasubstratheizung wie folgt gewählt werden:

Parameter	Substrat-Heizung, O₂-Plasma	Schichten (TiO₂/SiO₂)
Prozeßdruck (mbar)	0,2	0,1 – 0,5
Gesamtmassenfluss (sccm)	100	100 – 500
Precursor Konzentration	-	0,1 – 5 %
MW-Leistung (%)	70	30 – 60
Pulsdauer (ms)	1 – 2	0,1 – 2,5
Pulspause (ms)	2 – 4	10 – 300
Konstante Temperatur (°)	350	350

Da die erfindungsgemäßen Schichtsysteme überraschenderweise inert gegen das Plasma im Quarzbrenner sind, ist es mit Vorteil für eine hohe Rate der UV-Photonen Rückgewinnung möglich, den Quarzbrenner auf der Innenseite seiner Umhüllung zu beschichten.

Es ist jedoch auch möglich, den Quarzbrenner auf der Außenseite der Umhüllung zu beschichten, entweder alternativ oder zusätzlich zu der Innenbeschichtung.

Da das Verfahren robust und stabil ist, erfolgt keine On-line Kontrolle des Schichtaufwuchses. Es können konstante Abscheideraten gefahren werden, mit dem Vorteil, dass sich die Schichtdickenmessung auf einen Zählvorgang der Mikrowellen-Pulse reduziert.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung den Aufbau einer HID-Lampe mit der erfindungsgemäßen Beschichtung dargestellt in einer Ausschnitt-Vergrößerung, und

Fig. 2 in einer Blockdarstellung den Aufbau einer modifizierten PICVD-Vorrichtung zum Aufbringen der erfindungsgemäßen Schichten.

Die in Fig. 1 dargestellte HID-Lampe 1 besteht aus einem Hüllkolben 2 und einem Quarzbrenner 3 mit Elektroden 4. Der Ausdruck HID ist ein englischsprachiger „terminus technicus“ und steht für die Abkürzung

High Intensity Discharge, frei übersetzt mit Hochleistungs-Gasentladung.

Der konkrete Aufbau sowie die Funktion einer derartigen HID-Lampe 1 ist bekannt und braucht daher hier nicht weiter erläutert werden. Wie die zugehörige Ausschnitt-Vergrößerung zeigt, ist auf der Innenoberfläche der Brennerwand 3a ein UV-reflektierendes Schichtpaket 5 aufgebracht, das aus einer Vielzahl, beispielsweise fünfzig, von einzelnen Wechselschichten aus Ti/Si-Oxid besteht. Die hellen Schichten 5a sollen dabei Ti-Oxid-Schichten und die etwas dunkleren Schichten 5b sollen Si-Oxid-Schichten darstellen. Die Dicke der einzelnen Schichten liegt typischerweise im Bereich zwischen 5 nm und 100 nm, wobei die Dicken nicht unbedingt streng gleich groß verteilt sein müssen, sondern auch Häufungen kleiner Schichtdicken vorkommen können, was designabhängig ist. Bevorzugt ist die Schichtdicke jedoch < 1200 nm, da dann die Schicht eine hohe Flexibilität besitzt und intrinsische Spannungen vermieden werden. Daher werden mit wachsender Einzelschichtenzahl deren Schichtdicken entsprechend kleiner gehalten.

Die Schichten 5a, 5b sind amorphe Si/Ti-Oxid Dünnschichten in der allgemeinen Stöchiometrie TiO_2 und SiO_2 , weil dann die besten Reflexionsergebnisse erzielbar sind.

In Fig. 2 ist in einer Blockdarstellung der Aufbau einer Vorrichtung zum Abscheiden des erfindungsgemäßen Schichtsystems auf der Innenseite der Brennerwand 3a dargestellt. Es handelt sich um eine PICVD-Anlage mit einem den Quarzbrenner 3 aufnehmenden Rezipienten 6, in welchem mittels einer Vakuum-Anordnung 7 ein Vakuum aufrechterhalten und mittels eines bei 8a eingekoppelten Mikrowellengenerators 8 ein gepulstes Plasma mit einer Grundfrequenz von 2.45 GHz erzeugt wird.

Aus einer Stufe 9 werden die notwendigen Gase in den Rezipienten 6 eingespeist, nämlich das Gas, in welchem das Plasma gezündet wird, im vorliegenden Fall Sauerstoff, und abwechselnd der jeweilige Precursor, aus dem in Kombination mit dem Sauerstoffplasma die Ti-Oxid- und Si-Oxid-Schichten abwechselnd abgeschieden werden. Die möglichen Precursorgase zum Abscheiden vorgenannter Schichten sind hinlänglich bekannt. Eine Prozesskontrolle 10 steuert den gesamten Verfahrensablauf, insbesondere die Aufwuchsrate der Schichten und deren Dicke. Eine On-line Kontrolle des Schichtaufwuchses ist nicht notwendig, da der Prozeß robust und stabil ist. Es können konstante Abscheideraten erzielt werden, so dass sich die Schichtdickenmessung auf einen Zählvorgang der Mikrowellen-Pulse reduziert. Wesentlich für den Schichtaufbau ist auch das Merkmal, dass die Abscheidung bei erhöhten Substrattemperaturen erfolgt. Im vorliegenden Fall wird der Quarzbrenner 3 auf einfache Weise mittels des Sauerstoffplasmas z.B. auf ca. 350 ° C aufgeheizt, wie z.B. in der DE 40 08 400 C1 (Spalte 8) beschrieben wird. Die Schichtmaterialien des Precursors werden dann bei 350° C amorph in der oxidischen Form abgeschieden. Generell kann die Substrattemperatur zwischen 100° und 400° C liegen.

Typische Prozessparameter sind:

Parameter	Substrat-Heizung, O ₂ -Plasma	Schichten (TiO ₂ /SiO ₂)
Prozeßdruck (mbar)	0,2	0,1 – 0,5
Gesamtmassenfluss (sccm)	100	100 – 500
Precursor Konzentration (%)	-	0,1 – 5 %
MW-Leistung (%)	70	30 – 60
MW-Pulsdauer (ms)	1 – 2	0,1 – 2,5
MW-Pulspause (ms)	2 – 4	10 – 300
Temperatur (° C)	350	350

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten eines Quarzbrenners einer HID-Lampe mit einem UV-reflektierenden Schichtsystem durch alternierendes Aufbringen von amorphen Dünnschichten aus mindestens Titanoxid und Siliziumoxid in der allgemeinen Stöchiometrie TiO_y und SiO_x mittels eines PICVD-Verfahrens mit hoher Leistungsdichte und erhöhten Substrat-Temperaturen im Bereich von $100 - 400^\circ \text{C}$ mit kleinen Aufwuchsraten im Bereich von $1 \text{ nm/sec} - 100 \text{ nm/sec}$ zu einem Interferenz-Schichtsystem mit einer Dicke von unter 1200 nm und einer Minimierung des UV-wirksamen Fehlstellenanteiles.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Titanoxid- und Siliziumoxid-Schichten in der Stöchiometrie TiO_2 und SiO_2 abgeschieden werden mit einem Fehlstellenanteil von $0,1 \%$ bis 1% .
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein Schichtsystem mit einer Dicke von $< 1200 \text{ nm}$, bevorzugt $< 500 \text{ nm}$ aufgebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem ein Schichtsystem aus bevorzugt fünfzig alternierenden Einzelschichten TiO_2 und SiO_2 mit Schichtdicken zwischen 5 nm bis 100 nm aufgebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Schichtdicken der Einzelschichten innerhalb des Schichtsystems unterschiedlich und unterschiedlich verteilt sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem PICVD-Verfahren, bei dem für die Plasmaerzeugung ein gepulstes Mikrowellenverfahren mit einer Grundfrequenz von 2.45 GHz eingesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das durch den Quarzbrenner gebildete Substrat auf konstanter Abscheidetemperatur gehalten wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem zur Konstanthaltung der Temperatur ein O₂-Plasma als Substratheizung gefahren wird und die Temperaturüberwachung optisch durch Vermessung der Substratoberfläche erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 2, einem der Ansprüche 3 bis 7 und Anspruch 7, bei dem die Prozeß-Parameter für das PICVD-Verfahren zum Aufbringen der TiO₂/SiO₂-Wechselschichten mit konstanter Substrattemperatur durch eine O₂-Plasmasubstratheizung wie folgt gewählt werden:

Parameter	Substrat-Heizung, O ₂ -Plasma	Schichten (TiO ₂ /SiO ₂)
Prozessdruck (mbar)	0,2	0,1 – 0,5
Gesamtmassenfluss (sccm)	100	100 – 500
Precursor Konzentration	-	0,1 – 5 %
MW-Leistung (%)	70	30 – 60
Pulsdauer (ms)	1 – 2	0,1 – 2,5
Pulspause (ms)	2 – 4	10 – 300
Konstante Temperatur (° C)	350	350

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem der Quarzbrenner auf der Innenseite seiner Umhüllung beschichtet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem der Quarzbrenner auf der Außenseite seiner Umhüllung beschichtet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 5 und einem der folgenden Ansprüche, bei dem konstante Abscheideraten gefahren werden und die Messung der Schichtdicken durch einen Zählvorgang der Mikrowellen-Pulse erfolgt.

FIG. 1

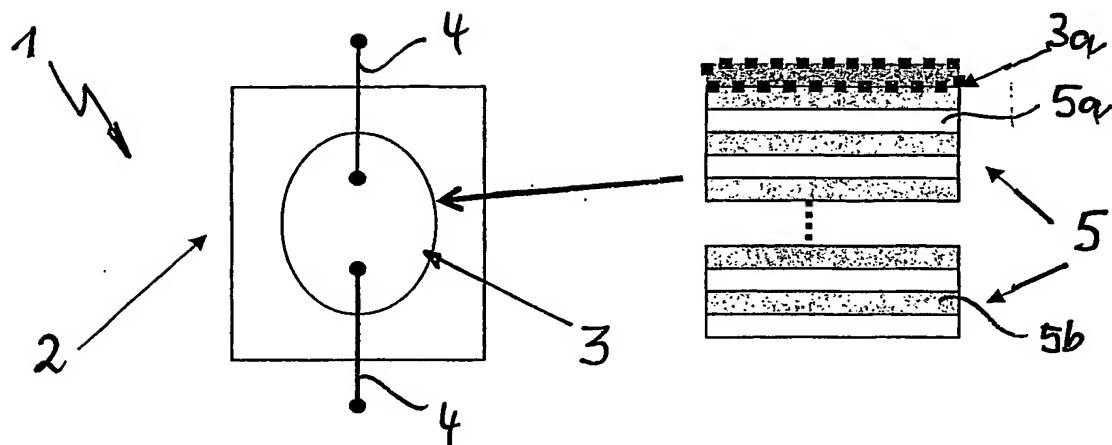
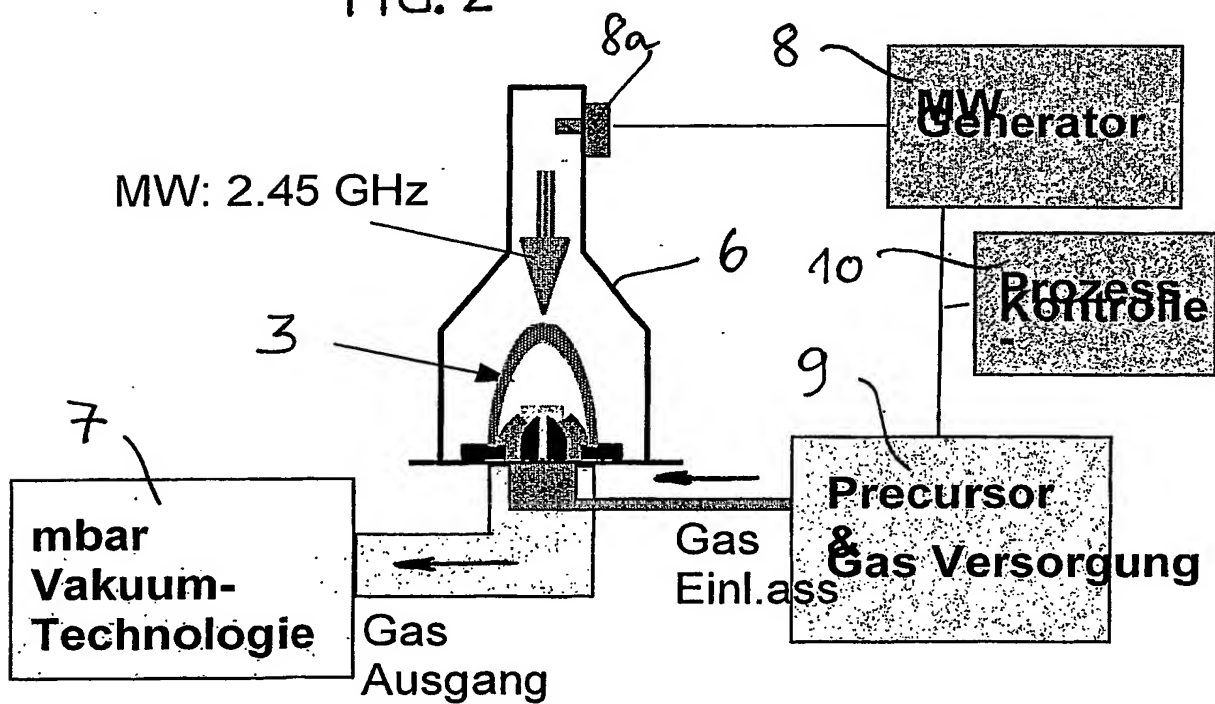


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/00827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C03C17/34 H01J61/35

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03C H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 158 566 A (SCHOTT GLAS ;ZEISS STIFTUNG (DE)) 28 November 2001 (2001-11-28) the whole document	1-12
A	DE 38 30 089 A (SCHOTT GLASWERKE) 15 March 1990 (1990-03-15) the whole document	1-12
A	DE 199 62 144 A (SCHOTT DESAG AG) 28 June 2001 (2001-06-28) cited in the application claims	1-12
A	DE 44 32 315 A (PATRA PATENT TREUHAND) 14 March 1996 (1996-03-14) cited in the application claims	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 June 2003

Date of mailing of the international search report

10/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Bommel, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/00827

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1158566	A	28-11-2001	EP 1158566 A1	28-11-2001
			JP 2001338609 A	07-12-2001
			US 2002000764 A1	03-01-2002
DE 3830089	A	15-03-1990	DE 3830089 A1	15-03-1990
DE 19962144	A	28-06-2001	DE 19962144 A1	28-06-2001
			AU 2167601 A	03-07-2001
			WO 0146718 A2	28-06-2001
			EP 1248959 A2	16-10-2002
			US 2002030882 A1	14-03-2002
DE 4432315	A	14-03-1996	DE 4432315 A1	14-03-1996
			DE 59510491 D1	16-01-2003
			EP 0706201 A2	10-04-1996
			JP 8096751 A	12-04-1996
			TW 405751 Y	11-09-2000
			US 5608227 A	04-03-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/00827

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C03C17/34 H01J61/35

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C03C H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 158 566 A (SCHOTT GLAS ; ZEISS STIFTUNG (DE)) 28. November 2001 (2001-11-28) das ganze Dokument ---	1-12
A	DE 38 30 089 A (SCHOTT GLASWERKE) 15. März 1990 (1990-03-15) das ganze Dokument ---	1-12
A	DE 199 62 144 A (SCHOTT DESAG AG) 28. Juni 2001 (2001-06-28) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche ---	1-12
A	DE 44 32 315 A (PATRA PATENT TREUHAND) 14. März 1996 (1996-03-14) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche -----	1-12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

2. Juni 2003

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

10/06/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Bommel, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/00827

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1158566	A	28-11-2001	EP	1158566 A1	28-11-2001
			JP	2001338609 A	07-12-2001
			US	2002000764 A1	03-01-2002
<hr/>					
DE 3830089	A	15-03-1990	DE	3830089 A1	15-03-1990
<hr/>					
DE 19962144	A	28-06-2001	DE	19962144 A1	28-06-2001
			AU	2167601 A	03-07-2001
			WO	0146718 A2	28-06-2001
			EP	1248959 A2	16-10-2002
			US	2002030882 A1	14-03-2002
<hr/>					
DE 4432315	A	14-03-1996	DE	4432315 A1	14-03-1996
			DE	59510491 D1	16-01-2003
			EP	0706201 A2	10-04-1996
			JP	8096751 A	12-04-1996
			TW	405751 Y	11-09-2000
			US	5608227 A	04-03-1997
<hr/>					

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.